# VERSUCH EINER MONOGRAPHIE

DES

# KAUTSCHUKS.

---

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR ERLANGUNG

DER

PHILOSOPHISCHEN DOCTORWÜRDE

IN GÖTTINGEN

VON

**HEINRICH TRAUN**

AUS HAMBURG.

ACAD
LUGD.BAT
BIBL.

**GÖTTINGEN 1859.**

DRUCK DER DIETERICHSCHEN UNIV.-BUCHDRUCKEREI.
(W. FR. KAESTNER.)

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41544709_0109

Die folgende Abhandlung, welche ich hoher philosophischer Facultät zu Göttingen als Dissertation vorzulegen die Ehre habe, ist ein Versuch, die vielen Arbeiten, welche über das Kautschuk vorgenommen worden sind, und alles das, was über die Anwendungen dieses merkwürdigen, in neuerer Zeit so wichtig gewordenen Stoffes bekannt geworden ist, in möglichster Kürze und mit Angabe der benutzten Quellen übersichtlich zusammenzustellen. Meine ursprüngliche Absicht war eigentlich, im hiesigen akademischen Laboratorium von Neuem die chemischen Verhältnisse des Kautschuks, namentlich die des vulkanisirten, zu studiren, allein nachdem ich mich schon längere Zeit damit beschäftigt hatte, erkannte ich, dass eine solche Arbeit nicht geeignet war, zu bemerkenswerthen neuen Resultaten zu führen. Indessen da schon seit Jahren vorzugsweise dieser Körper meine Aufmerksamkeit auf sich gezogen hatte, schon dadurch, dass ich mich früher selbst praktisch mit dessen technischer Verarbeitung beschäftigt hatte, so glaubte ich, namentlich durch den Rath des Herrn

Obermedicinalrath Wöhler darin bestärkt, den Gegenstand nicht fallen lassen zu dürfen und versuchte es, ihn in der oben angedeuteten Richtung zu bearbeiten. Mit aufrichtiger Freude ergreife ich diese Gelegenheit, ihm und dem Herrn Professor Limpricht für ihre gütigen Anleitungen und ihre freundliche Hülfe, die sie mir während meiner Studienzeit stets bereitwillig gewährten, meinen herzlichsten Dank auszusprechen.

## I. Geschichtliches.

Es ist wohl kaum möglich mit einiger Sicherheit anzugeben, wo und wann man zum ersten Male das Kautschuk auffand.

Bis zum Jahre 1736 hatte man jedenfalls über diesen interessanten Körper nur wenige, unvollkommene Notizen. In diesem Jahre aber sandte der berühmte Reisende de la Condamine [1]), nach dem er die Provinz Esmeraldas durchkreuzt, der königlichen Academie der Wissenschaften in Paris, von Quito aus eine Abhandlung diesen Gegenstand betreffend, in welcher er etwa Folgendes mittheilt. Es wächst in der Provinz Esmeraldas ein Baum, von den Eingeborenen „hhévé" genannt, aus welchem beim Verletzen der Rinde ein milchweisser Saft rinnt. Diesen fängt man in Blättern auf, welche, zu kleinen Schalen geformt, am Fusse des Baumes angebracht sind, lässt ihn rasch in der Sonne trocknen und verfertigt daraus $1\frac{1}{2}$ Zoll dicke und zwei Fuss lange

1) Rozier, Observations et mémoires sur la physique. Tome XVII. P. I. p. 265. 1781.

Stücke, welche den Eingeborenen als Fackeln dienen, oder auch kleine unzerbrechliche Flaschen.

In Quito erfuhr er, dass dieser Baum auch an den Ufern des Amazonenstromes wachse und dass die Eingeborenen (Maïnas) ihn „caoutchouc" nennen.

Der Begleiter Condamine's, Dom Pedro Maldonado, später Gouverneur der Provinz Esmeraldas, beschäftigte sich vorzugsweise damit, alles über diesen Gegenstand Bekannte zu sammeln und zusammenzustellen. Er legte diese Untersuchungen in seinen Memoiren nieder, die er leider nicht veröffentlichen konnte, weil ein früher Tod ihn hinwegriss. Später gelangten seine Schriften in die Hände des spanischen Gesandten und kamen nicht wieder zum Vorschein.

Im Jahre 1751 überreichte de la Condamine der Pariser Academie eine zweite Abhandlung [1]), welche ihm von einem in Cayenne seit vierzehn Jahren lebenden Ingenieur Fresnau übersandt worden war und den Gebrauch verschiedener in den Bäumen Guayana's (France Equinoctiale) vorkommenden Milchsäfte, behandelte. Fresnau war es nach vielen Bemühungen gelungen, einen Kautschuk liefernden Milchsaft in einem Baume „mapa" dort „amapa" genannt, in einer wilden Feige (comacaï genannt), welche in Exemplaren von 24 Fuss Umfang und 18 Fuss Höhe vorkommt, und in einem Baume, welcher

1) Mém. de l'Academie Roy. 1751. pp. 17. 319.

in Para „pao-comprido" (langes Holz) heisst, aufzufinden. An den Ufern des Mataruni entdeckte Fresnau mit Hülfe der Indianer den Baum, welcher de la Condamine zuerst das Kautschuk geliefert hatte. Die Portugiesen haben ihm hier den Namen pao-xiringa (bois-seringue, Spritzholz) ertheilt.

Von grosser Wichtigkeit war die Entdeckung des Vorkommens von Kautschuk in Asien, welche 1799 gemacht wurde. Ein in Pullo-pinang lebender Arzt James Howison[1]) war genöthigt gewesen, sich bei einer Excursion in die dichten Wälder der Insel „Prince of Wales" mit Hülfe seines Hirschfängers Bahn zu brechen. Bei dieser Gelegenheit durchschlug er eine Schlingpflanze und bemerkte, dass sich die Klinge seines Stutzschwerdtes sogleich an den Stellen, wo sie mit dem Safte der Pflanze in Berührung gewesen war, mit einem Ueberzug bedeckte, welcher vollkommen die Beschaffenheit des amerikanischen Kautschuks zeigte. Von Sumatra sandte man dem berühmten Botaniker Roxburgh, nach Howison's Aussage, ein lebendes Exemplar dieser Schlingpflanze, welcher sie bestimmte und „Urceola elastica" benannte[2]).

Von Interesse ist die Bemerkung Howison's, dass ihm schon lange vor der Entdeckung des Kaut-

1) Asiatic Researches Vol. 5. 157. — 17. 99 — auch Nicholson's Journ. of natural philosophie Vol. III, p. 534.

2) Asiatic Researches Vol. V. S. 167. — 1799. — Nicholson's Journ. of nat. phil. Vol. III. p. 436.

schuks in Ostindien, die mannigfachsten Artikel, aus diesem Stoffe gefertigt, von China zugekommen seien.

1800 bewies Bucholtz in Erfurt die Gegenwart des Kautschuks im Opium [1]).

Als Roxburgh sich gegen Ende des Jahres 1810 in Calcutta aufhielt, schickte man ihm aus Pundua von den Juntipoor-Bergen, im Norden von Silhet (Assam), ein flaschenähnliches Gefäss mit Honig. Er bemerkte sogleich, dass die aus Bambus geflochtene Flasche im Inneren mit Kautschuk ausgefüttert sei und nach einigen Bemühungen gelang es ihm den Baum, von welchem dasselbe gewonnen war, ausfindig zu machen. Es war eine bisher noch nicht bekannte Ficus-Art, die er unter dem Namen Ficus elastica in seiner Flora indica beschrieb [2]).

Vorauszusehen war, dass einem Materiale, welches im Jahre 1810 schon anfing, eine bedeutende Rolle zu spielen, von den speculativen Engländern, nach Roxburgh's Entdeckung der Ficus elastica weiter nachgeforscht werden würde. Die ostindische Kompagnie setzte seit der Besitznahme Assam's durch die Engländer Preise aus auf die Mittheilungen von Allem, was die Kenntnisse einer Pflanze erweiterte, welche ein für den Handel und das Gewerbe so wichtiges Product lieferte. Kompagnien zur Ausbeutung der Kautschukbäume bildeten sich; Naturforscher wurden in die Heimathsorte derselben, nach

1) Trommsdorf's Jouru. d. Pharm. Bd. 8. 1. St. S. 27.
2) Roxburgh, Flora indica Vol. III. p. 541.

Ferozepoor und den Wald von Taraï gesandt; man ging bis in die Gebirge von Khasiya und hatte in nicht langer Zeit die Genugthuung zu sehen, dass die aus Ostindien in den Handel kommende Kautschukmenge der aus Amerika kommenden nicht nachstand.

Vergeblich habe ich mich bemüht, etwas Positives über das neuerdings im Handel erschienene afrikanische Kautschuk, gewöhnlich afrikanische Kautschukzungen genannt, in Erfahrung zu bringen. Es gelang mir weder den Ort des Vorkommens, noch den Namen der Pflanze, aus welcher es gewonnen wird, ausfindig zu machen. Wahrscheinlich, so theilt man mir aus Hamburg mit, wohin jährlich viele Centner dieser Kautschuksorte gelangen, kommt es aus der freien Negercolonie Liberia und wird von hier direct nach Marseille oder vorher in die französischen Besitzungen in Afrika versandt.

Das Geschichtliche, was sich auf die Gewinnung, Untersuchung und Anwendung bezieht, werde ich kurz den betreffenden Kapiteln vorausschicken.

## II. Vorkommen.

Das Vorkommen des Kautschuks ist ein höchst allgemeines. Suspendirt, wie die Fettkügelchen in der Milchflüssigkeit, findet man es fertig gebildet in den Milchsäften der verschiedensten Pflanzen; ja Schleiden[1]) nimmt sogar an, jedem Milchsafte komme ziemlich allgemein ein geringer Kautschukgehalt zu, welcher je nach dem Alter und der Vegetationsweise grösser oder geringer sei.

Der Inhalt der Milchsaftgefässe ist fast bei allen Pflanzen ein anderer. Individuen derselben Art enthalten oft Milchsäfte von verschiedener Beschaffenheit und diese Verschiedenheit erstreckt sich selbst auf die einzelnen Theile einer und derselben Pflanzen. Der Milchsaft der jungen Zweige und Blüthenknospen der Fiscus elastica z. B. enthält nach Nees von Esenbeck und Marquart[2]) Viscin, während der des Stammes Kautschuk enthält.

Ueber die Functionen, welche das Kautschuk in

1) Botanik als inductive Wissenschaft I. 331.

2) Ann. der Pharm. XIV. 43.

den Pflanzen zu verrichten hat, wissen wir eben so wenig, wie wir überhaupt über die Verrichtungen der Milchsäfte in den Pflanzen wissen. Meyen[1]) nimmt an, dieser Saft diene zur Ernährung der Pflanze und glaubt dieses daraus schliessen zu dürfen, dass der Baum in verschiedenen Entwicklungsperioden und in ungleichen Abständen von der Wurzel verschiedene Mengen Saft liefert.

Aus den Untersuchungen, welche Schultz[2]) in Berlin auf Veranlassung von Nees v. Esenbeck anstellte, erwuchs eine Stütze für Meyen's Ansicht. Er fand nämlich, dass die Feigenbäume keine Harzgänge besitzen und dass der untersuchte Milchsaft als den Lebenssaftgefässen (vasa laticis) angehörig zu betrachten sei.

Diese Ansicht verwirft Schleiden[3]) durchaus und stellt dafür die Vermuthung auf, dass die Milchsäfte zu den Excretionsstoffen der Pflanzen gehören weil sie auch zur Aufnahme der für die Pflanzen schädlichen Stoffe, z. B. der Pflanzengifte, dienen.

Die Pflanzen, welche vorzugsweise den Milchsaft liefern, aus dem das Kautschuk des Handels gewonnen wird, gehören fast ausschliesslich der tropischen Zone an. In Central- und dem nördlichen Theile von Süd-Amerika kommt das Kautschuk im Safte der Euphorbiaceen und unter diesen vorzugsweise in den Sipho-

1) Pflanzenphysiologie Thl. II. S. 400.

2) Ann. der Pharm. XIV. 49.

3) Grundzüge der wissenschaftlichen Botanik Thl. I. S. 200.

nia-Arten vor. Eine Siphonie war es, welche de la Condamine das erste Kautschuk lieferte und welche Fresnau später an den Ufern des Mataruni antraf.

Nach Weddell's [1]) Mittheilungen ist die ergiebigste Siphonia-Art, Siphonia elastica (Hevea guianensis), über das ganze Flussgebiet des Orinoco und des Marañon verbreitet. Der Baum wird gegen 60 Fuss hoch, verzweigt sich aber erst in einer Höhe von 36—45 Fuss, wo er einen Durchmesser von $2^1/_2$—3 Fuss hat. Er hat ausser einer kleinen Krone, nach Fresnau, keine Zweige und Blätter; sein Stamm ist kahl und schuppig, beinahe wie ein Tannenzapfen. Man erkennt ihn, nach Weddell, leicht an seinen grossen, aus drei langgestreckten Blättchen bestehenden Blättern und an seinem reichen Gehalt an Milchsaft.

Auf den Höhen am Rio Negro und in den Niederungen von Cassiquiare wird, nach Spruce [2]), aus Siphonia lutea und Siphonia brevifolia Kautschuk gewonnen. Beide Bäume werden oft 100 Fuss hoch und sind mit einer dünnen, weichen Rinde versehen. Ihre Blüthezeit liegt zwischen November und Januar. Die langblättrige Siphonia lutea hat gelbe, sehr wohlriechende Blüthen, Siphonia brevifolia dagegen kurze Blätter und schön purpurne Blumen. Die eben genannten Siphonia-Arten, aus denen das „Hevea-Kautschuk", das „Kautschuk von Hevea-guianensis, Jatropha elas-

1) Journ de Pharm. et de Chim. XXVIII. 59.

2) Journ. de Pharm. et de Chim. XXVIII. 382.

tica“ gewonnen wird, sind sehr verbreitet in Brasilien, Guayana, Bolivia, überhaupt in der nördlichen Hälfte von Süd-Amerika und halten sich gewöhnlich an den Ufern des Amazonenstromes, des Orinoko's und ihrer Nebenflüsse auf.

Ausser in den Siphonia-Arten kommen nun auch kautschukhaltige Milchsäfte vor in Pflanzen aus der Familie der Apocyneen in Hancornia speciosa, aus der Familie der Artocarpeen in Artocarpus integrifolia, Castilleja oder Castilla elastica (Ule tree), Cecropia peltata [1]) und aus der Familie der Sapotaceen (nach Spruce).

Die drei von Fresnau in Cayenne aufgefundenen, schon mehrfach erwähnten Pflanzen (S. 6.) gehören augenscheinlich zu den Siphonia- und Ficus-Arten, welche schon oben beim Vorkommen des Kautschuks in Brasilien und Süd-Amerika genügend besprochen wurden.

In neuerer Zeit versendet man aus Paramaribo (Guayana), wie man mir von dort schreibt, in grossen Quantitäten den Saft von Polletri Sapotea Mülleriana (?) nach Holland.

Nächst Amerika liefert Asien die grösseste Menge des zu uns gelangenden Kautschuks, und von diesem Erdtheile sind es nur Ost-Indien und die Sunda-Inseln, von denen wir mit Gewissheit wissen, dass auf ihnen Kautschuk gewonnen wird.

---

1) Weddell a. a. O.

Seitdem der Arzt James Howison[1]) auf das Vorkommen von Kautschuk in Ost-Indien und auf den Sunda-Inseln aufmerksam gemacht hat, ist man fortwährend mit dem Aufsuchen neuer Baumarten, welche Kautschuk liefern, beschäftigt und die Zahl derselben ist mit der Zeit beträchtlich herangewachsen.

Eine der ergiebigsten Pflanzen bleibt noch immer die von Roxburgh[2]) beschriebene, unter dem Namen Urceola elastica bekannte. Sie gehört zur Familie der Apocyneen, in die erste Ordnung der fünften Klasse nach Linnée und kommt in der grössesten Verbreitung in den am Fusse der Berge sich hinziehenden Wäldern vor. Armesdick und von unmessbarer Länge schlingt sie sich von Stamm zu Stamm und macht die Wälder, in denen sie sich aufhält, undurchdringlich. „Singapore-Kautschuk," „Kautschuk von Pullo-pinang", Kautschuksorten, welche von Sumatra, Java, Borneo kommen, sind, nach Weddel[3]), der eingetrocknete Saft dieser Pflanze.

Von noch grösserer Wichtigkeit in Hinsicht des Vorkommens und der Gewinnung des ostindischen Kautschuks sind die Ficusarten und vorzugsweise Ficus elastica, welche diesen Namen ihrem Entdecker Roxburgh verdankt. Er nennt sie die Zierde der indischen Wälder und behauptet, sie habe das schönste

1) Siehe oben Seite 7.

2) Asiatic Researches 1799. Vol. V. S. 169.

3) Journ. de Pharm. et de Chim. XXVIII. 59.

Land, welches ihm je zu Gesicht gekommen [1]). Die botanische Region dieser Pflanze, des sogenannten Assam'schen Kautschukbaumes, soll zwischen 25° 10′ und 27° 20′ nördlicher Breite und 90° 4′ und 95° 30′ östlicher Länge (Greenwich) sein. Durch ganz Assam ist sie verbreitet. In grössester Häufigkeit findet man sie im Walde von Taraï daselbst und am Gebirge Khasiya, wo sie noch in 4500 Fuss über dem Meere gelegenen Regionen anzutreffen ist. Kein Platz scheint ihr zu schlecht. Sie hält sich gern in Felsspalten und an den schroffesten Abhängen auf. Ein eigenthümliches Ansehen bekommt sie dadurch, dass ihre Aeste, wie dieses bei fast allen Ficusarten gefunden wird, grosse Neigung zeigen, Wurzeln zu bilden, welche vom Ast direct in die Erde gehen, rasch an Ausdehnung zunehmen und nun den sich vom Stamm, parallel mit der Erdoberfläche, weit ausdehnenden Aesten als Stützen dienen.

Es wurden Exemplare gefunden, deren Hauptstamm ohne Stützen 74 Fuss Umfang, mit Stützen aber einen Umfang von 120 Fuss hatte, deren Höhe über 100 Fuss betrug und die mit ihrem Laubwerk, an dem sie schon in grosser Entfernung zu erkennen sind, einen Raum von 610 Fuss im Umkreise beschatteten. Der Milchsaft entströmt beim Einschneiden jedem Theile dieses Baumes, vorzüglich aber den Wurzeln sehr reichlich.

---

1) Roxburgh, Flora indica Vol. III. p. 541.

Weitere Mittheilungen über diesen Baum machen Lieutenant Charlton [1]) und Dierbach [2]).

Die übrigen Ficusarten, deren Saft auch kautschukhaltig ist, wenngleich nicht in dem Maasse wie der von Ficus elastica, sind Ficus indica und Ficus religiosa (Pippula-Baum). In Bengalen hat man in neuerer Zeit einen Kautschuk enthaltenden Milchsaft entdeckt in einer neuen Species von Willughbeia, dort „Luti Am" oder der klimmende Mangobaum genannt, und in einer neuen Melodinus oder klimmenden Apfel, dort „Jadal kowa" genannt (Roxburgh). Man hat Kautschuk gefunden im Safte der Hippomane biglandulosa, einiger Papaveraceen und Syngenesisten(?). Es ist ein nie fehlender Bestandtheil des Opiums. Eine Analyse von Buchholtz [3]) ergab für das Opium

| | | | |
|---|---|---|---|
| Harz | 9 | Theile | 11,24 % |
| Gummi | 30,7 | „ | 38,34 „ |
| Extractivstoff | 35,6 | „ | 44,44 „ |
| Kautschuk | 4,8 | „ | 5,98 „ |
| | | | 100,00. |

Auch im officinellen Euphorbium ist ein geringer Gehalt an Kautschuk gefunden worden. Brandes fand hierin:

---

1) Berghaus, Annalen der Erd-, Völker- und Staatenkunde Bd. 9. 1834.

2) Ann. der Pharm. XVI. S. 315. 1835.

3) Trommsdorff, Journ. d. Pharm. B. 8, St. 1, S. 37.

| | | | |
|---|---|---|---|
| Harz | 43,77 | Theile | = 65,79 % |
| Wachs | 14,93 | „ | = 22,45 „ |
| Kautschuk | 7,84 | „ | = 11,76 „ |
| Gummi | — | „ | = — „ |

Auf Madagascar wird alles Kautschuk aus Vahea gummifera gewonnen (Weddell).

---

## III. Gewinnung.

Die Gewinnung des Kautschuks ist eine so äusserst einfache Arbeit, dass sie selbst von den Einwohnern jener unwirthbaren Gegenden, in denen sich der Kautschukbaum aufhält, vollbracht werden kann. Man hat nur nöthig des Morgens durch einige Axthiebe in die Rinde seine Vorrathskammern zu öffnen und Abends den in die Gefässe geflossenen Saft abzuholen, um eine Waare zu erlangen, deren Werth weit den Tagelohn eines europäischen Arbeiters übertrifft. Es war vorauszusehen, dass sich dort, unter diesen Umständen, alle Arbeitskräfte dieser Beschäftigung zuwenden würden. Unbedeutende ärmliche Städtchen, die das Glück hatten, in ihrer Nähe Wälder mit kautschukhaltigen Bäumen zu besitzen, wurden in kurzer Zeit zu den bedeutendsten Handelsplätzen ihrer Gegend. Das beste Beispiel dieser Art liefert die Stadt Para, welche ihren ganzen Reichthum lediglich dem Kautschukhandel verdankt. Es gibt in dieser Stadt jetzt wohl kein Haus, dessen Fenster nicht mit Kautschuk-Artikeln aller Art decorirt wären.

Schon 1842 versandte man von hier 1500 Ctnr. Kautschuk[1]); 1855 beschäftigten sich allein in der Provinz gleichen Namens 25,000 Menschen mit der Kautschuk-Gewinnung, welche sich mit einem an Raubgier grenzenden Eifer dem Geschäfte ergaben[2]).

Die kleinen Mengen, Kautschuk, welche zuerst nach Europa kamen, gewann man, wie aus dem (Seite 5) angeführten Briefe Condamine's und anderen Quellen hervorgeht, durch Verletzen der Rinde mit Messern. Als der Begehr nach Kautschuk jedoch anfing, in hohem Grade zu wachsen, musste man bedacht sein, eine Gewinnungsmethode ausfindig zu machen, nach welcher man die möglichst grössesten Quantitäten Saft erhalten könne und da verfiel man auf folgende Methode. Die schönsten Bäume fällte man tief an der Wurzel, entblösste sie von ihrer Rinde und brachte, nachdem man sie in eine schräge Richtung gegen den Boden aufgestellt hatte, an ihrem Fusse eine Art Becken von Thon an, in welchem der Saft sich sammelte[3]). Auf diese Weise wurde allerdings die grösseste Ausbeute an Kautschuksaft erhalten, der Schaden aber, welcher dadurch den Wäldern erwuchs, war zu gross, als dass diese Art der Gewinnung, welche ohnedies mit vielen Mühen verbunden war, hätte lange fortdauern können.

---

1) Coulier, Echo du monde savant 1842. Nr. 42.

2) Spruce, Journ. de Pharm. et de Chim. XXVIII. 382.

3) Coulier, a. a. O.

Jetzt ziehen desshalb, namentlich in Brasilien und den angrenzenden Ländern, früh am Morgen, die Schaaren der Kautschuksammler, nur mit einer Spitzaxt und einer geräumigen Kürbisflasche versehen, hinaus in die dichten Wälder. Rund um die Bäume, an der Wurzel beginnend und allmälig höher gehend, machen sie mit der Spitzaxt Einschnitte in die Rinde bis auf's Holz und beobachten dabei die Vorsicht, dass die über einander liegenden Ausflussöffnungen in eine verticale Linie zu liegen kommen, damit der Saft des oberen Loches sich zu dem des unteren gesellen kann [1]). An der Wurzel des Baumes bringen sie, mit Blättern ausgelegte, Thongefässe an, in denen sich der Saft sammelt. Hat der Arbeiter eine Reihe von Bäumen auf diese Weise vorgerichtet, so kehrt er nach dem ersten zurück und giesst nun entweder den gewonnenen Saft in seine Kürbisflasche oder auch er bestreicht gleich mit demselben, aus Thon gefertigte, Modelle von Schuhen, Flaschen etc., und trocknet jeden Ueberstrich entweder über einem Feuer von Pflanzen, welche viel Rauch geben oder indem er ihn den Sonnenstrahlen aussetzt.

Nicht jede Jahreszeit eignet sich zum Einsammeln des Kautschuksaftes. An einigen Orten benutzt man die heissen Monate April bis October, wo die Regenzeit dann der weiteren Gewinnung eine

1) Berniard, Rozier Observations et mémoires sur la physique Tome XVII P. I. 1781.

Grenze setzt[1]); an anderen, z. B. in Para, fällt die Zeit des Sammelns in die Monate Juni bis December[2]).

Zur Blüthezeit enthalten nach Spruce[3]) nur die Blüthenstengel und Knospen erhebliche Mengen Saft, während der Stamm nur Spuren desselben liefert.

Im nächsten Jahre kann das Abzapfen mit demselben, ja mit grösserem Erfolge erneuert werden, denn die Erfahrung hat gezeigt, dass ein Baum um so mehr Saft liefert, je mehr man ihm entzieht.

20 Kautschukbäume Brasiliens liefern zusammen, aus je einem Loche, im Durchschnitt ein Liter Milchsaft und zwar nicht nur einmal, sondern täglich, Monate lang, ohne dass dem Baume daraus der geringste Nachtheil erwüchse, vorausgesetzt, dass man mit Vorsicht verfährt.

Ein Mann kann vom frühen Morgen bis zum Mittag bis zu fünf Liter Milchsaft einsammeln, womit 20 Paar Schuhe angefertigt werden können[4]).

Die Gewinnung des Kautschuks in Asien stimmt im Wesentlichen mit der oben beschriebenen überein.

Die Wurzeln machen den saftreichsten Theil des Assam'schen Kautschukbaumes, welcher von den Einwohnern von Pundua und der die Provinz Silhet im Norden begrenzenden Juntipoor-Berge „Kosmeer"

1) Wiggers, Jahresbericht f. d. Pharm. 1855. Bd. I. 59.

2) Spruce, Journ. de Pharm. et de Chim. XXVIII. 382.

3) A. a. O.

4) Wiggers, a. a. O.

von den Einwohnern Assam's „Borgach" genannt wird, aus und diese Erfahrung benutzt man, indem man die am Tage liegenden Wurzeln mit Querschnitten versieht. Am Boden sind, mit den Blättern von Phrynium capitatum ausgekleidete, Löcher angebracht in denen sich der Saft sammelt und mit Hülfe der Sonnenwärme eintrocknet [1]). Nachts soll der Saft am reichlichsten fliessen. Die Quantitäten, welche ein Assam'scher Kautschukbaum zu liefern vermag, sind nicht genau bekannt; die Einwohner schätzen sie auf 4—5 maunds (400 Pfund). Griffith ist der Meinung, die Masse Kautschuk auf je einen Einschnitt betrage $^1/_2$ maund (etwa 40 Pfund).

Auch in Ostindien geschieht die Gewinnung nur in den warmen Monaten, von März bis October, zu welcher Zeit der Saft sehr reichlich fliesst. Hier gönnt man den Bäumen aber noch nach dem jedesmaligen Abzapfen 14—20 Tage Ruhe [2]).

Bei der ganz anders beschaffenen Kautschukpflanze der Sunda-Inseln, Urceola elastica, weicht die Art der Gewinnung von der gewöhnlichen etwas ab. Diese sehr ergiebige, aber auch sehr verderbliche Methode besteht darin, dass man die Schlingpflanze in zwei Fuss lange Stücke zerschneidet und diese aufrecht in ein, für die Aufnahme des Saftes geeignetes, Becken stellt. Die alten Stämme liefern dabei nicht

1) Griffith, Asiatic Journ. Febr. 1838. auch Ann. der Pharm. Bd. 31. 350.

2) Roxburgh, Flora indica Vol. III. p. 541.

nur die grösseste Menge, sondern auch den an Kautschuk reichsten Saft [1]).

Nach den Mittheilungen der mehrfach erwähnten Botaniker steht einer Cultivirung der Kautschukbäume in Plantagen Nichts im Wege, und Howison empfiehlt für den Fall, dass man jene Schlingpflanze Urceola elastica je zu vermehren suchen sollte, als besonders geeignete Orte dazu Chittagong, Rajmabal und Bauglipoore-hills.

Der frische, sauer reagirende Kautschuksaft gerinnt, in Berührung mit der Luft, wie Milch. Bei grösseren Quantitäten, welche nicht so rasch eintrocknen können, scheidet sich der Milchsaft in zwei Theile, in einen festen, klebrigen, das eigentliche Kautschuk, und einen flüssigen, molkenfarbigen, auf welchem das Kautschuk schwimmt [2]). Ein Zusatz von Salzsäure oder Kochsalz befördert diese Trennung [3]).

Unter einem guten Mikroscope kann man deutlich in dem Kautschuksafte kleine, runde Kügelchen schwimmen sehen, welche beim Zusatz von einem Tropfen Alkohol coaguliren [4]).

Für die Technik war es früher, als man die trockne Verarbeitung des Kautschuks noch nicht kannte, von grossem Werthe, den Saft unverändert im Handel erhalten zu können. Verschiedene Versuche wurden

1) Howison, Asiasic Researches, Vol. V. p. 158.

2) Roxburgh, Flora indica, Vol. III. p. 541.

3) Meyen, Pflanzenphysiologie II. 386.

4) A. a. O.

deshalb unternommen, ihn haltbar zu machen, welche zu dem Resultate führten, dass der Saft ganz unverändert bleibe, wenn man ihn direct nach der Gewinnung, entweder allein, oder mit $^1/_{16}$ seines Gewichtes an Ammoniak versetzt, in luftdicht zu verschliessende Flaschen bringt[1]). Diese Methoden müssen aber entweder mit besonderen Schwierigkeiten verknüpft gewesen sein, oder sie waren nicht für alle Saftsorten mit gleichem Vortheil anwendbar, denn man hört höchst vereinzelt nur von der Verarbeitung des frischen Saftes, während fast alle Versuche, welche mit dem Kautschuk gemacht wurden, den Zweck hatten, dasselbe in seinen ursprünglichen, emulsionsartigen Zustand zurückzuführen. Verdünnte Lösungen halten sich im Allgemeinen viel besser, als concentrirte.

Den natürlichen, Kautschuk führenden Milchsaft haben mehrere der bedeutendsten Chemiker einer genauen Analyse unterworfen.

Fast zu gleicher Zeit, etwa um's Jahr 1827, untersuchten Nees von Esenbeck[2]) den frisch ausgeflossenen Milchsaft einer in Deutschland gezogenen Ficus elastica und Faraday[3]) den ihm von Thomas Hancock zugekommenen Saft, welcher von einer Hevea elastica aus Mexico stammte. Nees

1) Johnson, Dingl. polyt. Journ. CXXX, 156.

2) Buchner's Repert. f. d. Pharm. Bd. 22. 46.

3) The Journal of Science and the Arts Vol. 21. p. 19. ferner: Berzelius Jahresb. 1827. VII. 245. auch Dingl. pol. Journ. Bd. 20. 411.

v. Esenbeck fand damals in dem Milchsafte von Ficus elastica, welchen er durch Abschneiden mehrerer Blätter und Aeste erhalten hatte, nur eine dem Kautschuk ähnliche Substanz, das Viscin, nebst etwas Harz. Zehn Jahre nach dieser Untersuchung unterwarf er, gemeinschaftlich mit Clamour Marquart[1]), den Milchsaft derselben, jetzt zu einem starken Baume herangewachsenen Pflanze einer zweiten Untersuchung und fand jetzt im Safte der jungen Zweige wieder nur Viscin, Harz, Gummi und etwas Extractivstoff, dagegen im Safte des Hauptstammes, ausser diesen Bestandtheilen, noch etwas Wachs und grosse Mengen Kautschuk.

Viel wichtiger ist das Resultat, welches Faraday bei der Analyse seines mexicanischen Saftes erhielt.

Die hellgelbe, dicke, rahmähnliche Flüssigkeit von 1,012 specifischem Gewicht trocknete, in dünnen Schichten ausgebreitet, sogleich ein und liess dabei Kautschuk von gewöhnlicher Beschaffenheit zurück. Bei 39° C (100° F) eingetrocknet, hinterliess der Saft 45% Kautschuk[2]). Beim Kochen coagulirte er und das Kautschuk schied sich wie der Rahm auf der Milch aus. Alkohol, in hinreichender Menge hinzugefügt, bewirkte dasselbe, schied aber das Kautschuk reiner aus, weil er die unreinen Bestandtheile zurückhielt.

1) Ann. der Pharm. XIV. S. 43.

2) Roxburgh (Flora indica III. 541) fand in 50 Unzen des im August gewonnenen Saftes $5^1/_2$ Unzen reines Kautschuk, also nur 11%.

Alkalien sind, nach Faraday ohne Einwirkung auf den Milchsaft. Meyen[1]) macht dagegen die Bemerkung, dass Ammoniak das Kautschuk mit grünlicher Farbe aus demselben fälle und empfiehlt dieses Reagens zur Erkennung von Kautschuk in den verschiedenen Milchsäften[2]). Beim Versetzen des Saftes mit Wasser schied sich das Kautschuk, bei Faraday's Versuchen, rascher, vollkommener und reiner ab, als beim Stehen ohne diesen Zusatz. Fliesspapier und poröse Steine entzogen dem Safte das Wasser und liessen das Kautschuk compact und in der Form des Wasser absorbirenden Materiales zurück[3]). Es erschien, nach dieser Methode von der Milchflüssigkeit getrennt, zuerst als ein zarter, weisser, fester Körper, gab jedoch beim Pressen noch mehr Wasser ab, wurde compacter, aber blieb undurchsichtig und weiss, von noch eingeschlossenem Wasser.

Die Flüssigkeit, auf welcher das Kautschuk nach vollendeter Coagulation schwamm und welche durch Filtration und Auswaschen vom Kautschuk geschieden werden konnte, hatte eine braune Farbe, schmeckte bitter und reagirte sauer, wegen der Anwesenheit von Spuren von Essigsäure. Beim Kochen schied sie

1) Pflanzenphysiologie II. 386.

2) Die Einwohner der Insel „Prince of Wales" erkennen den Kautschukgehalt der Milchsäfte am Geschmack, (Howison, Asiatic Researches V. 158).

3) Hancock hat diese Eigenschaft benutzt, um Medaillen etc. aus Kautschuk zu verfertigen.

einen in Wasser, Alkohol und Aether löslichen, braungefärbten, dem Albumin sehr ähnlichen Körper aus, welcher, nach Faraday, entschieden die Quelle des Stickstoffs und Ammoniaks ist, welche sich beim Erhitzen des rohen Kautschuks entwickeln.

Bei der quantitativen Analyse des Saftes fand Faraday in 1000 Theilen:

| | |
|---|---|
| Kautschuk . . . . . | 317,0 |
| Eiweisshaltiger Niederschlag . . . . | 19,0 |
| Eigenthümlich bittere, stickstoffreiche Substanz und Wachs . . . . . | 71,3 |
| Substanz in Wasser, nicht in Alkohol löslich . . . . . | 29,0 |
| Wasser, Säure etc. . . . . | 563,7. |
| | 1000,0 |

In neuerer Zeit sind Untersuchungen ähnlicher Art von Adriani[1]) veröffentlicht worden, welche wesentlich zur Kenntniss dieses so merkwürdigen Pflanzensaftes beitragen.

Er fand den Saft eines $2^1/_4$ Meter hohen Exemplares von Ficus elastica im botanischen Garten zu Utrecht um so wasserreicher, je weiter die Ausflussöffnung von der Wurzel entfernt war. Der Saft der durchschnittenen Endknospe enthielt nur 17,7, der dicht unter derselben ausgeflossene Saft schon 20,98, der aus einem, 30 Centimeter über dem Boden be-

1) Verhandeling over de Gutta Percha en Caoutschouc van Adriani, Utrecht 1850. Im Ausz. Pharm. Centralblatt 1851. 17; Jahresbericht f. d. Chem. von Liebig u. Kopp 1850. 519.

findlichen Blattstiel ausgeflossene dagegen 25,15% feste Stoffe.

Beim Eindampfen des Saftes blieb ein, durch Zusammenfliessen der Kautschukkügelchen entstandener, häutiger Rückstand.

Die Analyse des Saftes der Endknospen ergab:

| | |
|---|---|
| Wasser . . . . . | 82,30 |
| Kautschuk . . . . . | 9,57 |
| Harz löslich in Alkohol, nicht in Aether | 1,58. |
| Ein Magnesiasalz einer organischen, mit Kali und Natron schwer lösliche Salze bildenden Säure und ein in Alkohol, nicht in Aether löslicher Stoff (Zucker?) | 0,36 |
| Substanz in Wasser löslich, sich mit Alkalien gelb färbend (die weder Pflanzeneiweiss noch eine andere sogenannte Proteïnverbindung ist), Dextrin (?) und Spuren von Kalk- und Natronsalzen . . . . . | 2,18 |
| | 95,99 |

## III. Untersuchungen über das Kautschuk.

### a. Analysen und Reindarstellung.

Ure[1]) war der Erste, welcher das gereinigte Kautschuk analysirte, wiewohl die Methode, deren er sich zur Reindarstellung bediente, nicht angegeben ist. Er fand darin Kohlenstoff und Wasserstoff, und diese im Aequivalentverhältniss von 3 : 2.

$$C^3 = 225 - 90\%$$
$$H^2 = \underline{25} - \underline{10\%}.$$
$$250 \quad 100$$

Das Kautschuk, welches Faraday[2]) später analysirte, stellte er selbst aus dem rohen Milchsafte dar. Er liess diesen mit dem Vier- bis Fünffachen seines Gewichtes an Wasser versetzt, vierundzwanzig Stunden stehen, trennte das Kautschuk von der Flüssigkeit und kochte es noch zwei- oder dreimal mit frischem Wasser aus. Nachdem es von der Flüssigkeit abgehoben und durch Pressen zwischen Leinwand ge-

1) Dingler's polyt. Journ. XIV. 98.

2) Journal of Science and the Arts Vol. 21. p. 19. auch Berzelius Jahresb. VII. 245.

trocknet war, glich es vollkommen dem Hausenblasengelée und ergab jetzt bei der Analyse:

| | Gefunden | Berechnet |
|---|---|---|
| C | = 87,2 %; | $C^8$ — 87,3 % |
| H. | = 12,8 „ ; | $H^7$ — 12,7 % |

Faraday bemühte sich vergeblich, seine Analysen mit denen von Ure in Uebereinstimmung zu bringen. Später wurde die Richtigkeit der von Faraday aufgestellten Formel durch die Analysen von Pelletier[1]) und Payen[2]) bestätigt. Ersterer analysirte das Kautschuk des Opiums, während der Letztere gewöhnliches Kautschuk dadurch reinigte, dass er es wiederholt in einem Gemische von 100 Theilen Schwefelkohlenstoff und 6—8 Theilen absolutem Alkohol löste, mit einem Ueberschuss von Alkohol ausfällte und nach einander mit Weingeist und Wasser wusch.

Soubeiran[3]) berechnet die Formel $C^{12} H^{10}$, welche im Procentgehalt nicht sehr von Faraday's Formel abweicht.

Neuerdings hat Adriani[4]) zur Reindarstellung des Kautschuks vorgeschlagen, das mit Wasser ausgekochte Speckgummi in Chloroform zu lösen und mit Alkohol zu fällen, wiewohl er selbst angibt, dass so gereinigtes Kautschuk noch 0,333 % anorganische Stoffe enthalte.

---

1) Berzelius, Jahresbericht XIII. 313.

2) Comptes rendus.

3) Dingler's polyt. Journ. Bd. CIII. 415.

4) Verhandeling over de Gutta percha en Caoutchouc. Utrecht 1850. im Ausg. Liebig u. Kopp's Jahresber. 1850. 519.

Analysen des rohen Kautschuks, welche je nach der Kautschuksorte und nach der Jahreszeit, in welcher der Saft den Bäumen entzogen wurde abweichende Resultate gaben, sind von Ure[1]) und Payen[2]) ausgeführt worden.

---

### b. Physikalische Eigenschaften.

Das reine Kautschuk ist in dünnen Schichten fast farblos und durchsichtig, in dickeren Lagen gelblich und vollkommen elastisch. Stark ausgespannt, wird es undurchsichtig, perlmutterglänzend und zeigt in diesem gespannten Zustande, im polarisirten Lichte betrachtet, ein bestimmtes System von Farben, ähnlich den Figuren, welche man in einem runden Stück erhitzten (tempered) Glases wahrnimmt[3]). Frische Schnittflächen bleiben lange klebrig und lassen sich wieder an einander fügen, ohne dass der Zusammenhang an dieser Stelle leichter, als an einer anderen aufzuheben wäre.

Faraday hat in dem durchsichtigen Kautschuk kein Gewebe wahrnehmen können. Indessen gelang es Payen[4]) in neuerer Zeit, mit Anwendung sehr starker optischer Instrumente, in dünnen Blättchen des rohen Kautschuks unregelmässig abgerundete Poren

1) Dingler's polyt. Journ. Bd. XI. 128.

2) daselbst Bd. CXXIII. 383.

3) Page, Repertory of pat. inv. in arts. Vol. 18 p. 58.

4) Dingler's polyt. Journ. Bd. Bd. CXXIII. 383.

und im unlöslichen Theil [1]) desselben durch ein 300 Mal vergrösserndes Mikroscop deutliche, netzartige Gefüge zu erkennen. Ueber die Structur des Kautschuks hat auch Page Mittheilungen gemacht [2]).

Faraday machte schon in seiner mehrfach erwähnten Arbeit darauf aufmerksam, dass das Kautschuk nicht ganz undurchdringlich für Wasser sein könne, weil dasselbe, lange in Wasser aufbewahrt, wieder in seinen undurchsichtigen, wasserhaltigen Zustand übergehe. Es stellte sich ferner heraus bei Versuchen, welche Chevreul [3]) unternahm und welche Peyron [4]) später wiederholte, dass das Kautschuk auch für Gase nicht ganz undurchdringlich ist, dass z. B. die Diffusion zweier verschiedener Gase ungehindert durch dasselbe stattfindet [5]). Diese Durchdringlichkeit des Kautschuks muss indessen sehr gering sein, denn Berzelius [6]) fand den Stand des Barometers unter dem Recipienten einer Luftpumpe noch nach vier und zwanzig Stunden, bei Kautschukverschluss unverändert.

Das Kautschuk ist Nichtleiter der Electricität [7])

---

1) Payen nimmt nämlich an, dass das Kautschuk aus einem leichtlöslichen und einem unlöslichen oder schwerlöslichen Theile bestehe.

2) Dingler's polyt. Journ. Bd. CXX. 160.

3) Berzelius, Jahresber. XXIII. 255.

4) Comptes rend. Vol. XIII. 820–24. auch Poggendorf's Ann.

5) Indessen kann, nach ihnen, diesem Uebelstande am besten abgeholfen werden, wenn man das Kautschuk vor der Anwendung eine Zeitlang in siedendes Leinoel taucht.

6) Berzelius, Jahresber. XXIII. 256.

7) Faraday, Journ. of. Sc. and the Arts. Vol. 21. p. 19.

und wird, auf geeignete Weise gerieben, sehr stark electrisch [1]). Letztere Eigenschaft, welche vielleicht für die Physik noch von einiger Wichtigkeit werden kann, wurde von Rutter zuerst wahrgenommen. Er construirte aus einer aufgeblasenen Kautschukflasche eine kleine Electrisir-Maschine, welcher er $^{4}/_{10}$ Zoll lange Funken entziehen konnte. Starke Electricitäts-Entwicklung nimmt man auch beim Kneten des Kautschuks behufs der Reinigung wahr [2]).

Das specifische Gewicht des reinen Kautschuks beträgt nach Faraday's Untersuchungen 0,925.

Nach einigen Versuchen, welche Ure [3]) anstellte ist das specifische Gewicht des besten compacten Kautschuks von Para (in Alkohol bestimmt) = 0,941567, des von Assam = 0,942972, des von Singapore = 0,936650 und endlich desjenigen von Pulo-Pinang = 0,919178 [4]).

Hält man einen Kautschukstreifen längere Zeit gespannt, so verliert er seine Elasticität und erhält ein höheres specifisches Gewicht. Durch Erwärmen geht er in seine ursprüngliche Länge zurück und sein specifisches Gewicht nimmt wieder ab. Adriani [5]) fand

---

1) Dingl. pol. Journ. Bd. L. 45.

2) Page, Dingl. pol. Journ. CVII. S. 378.

3) Dingl. polyt. Journ. Bd. LXXII. 150.

4) Es ist mir unbekannt, nach welcher Methode Ure das specifische Gewicht des rohen Kautschuks mit einiger Genauigkeit bis auf sechs Decimalstellen zu bestimmen vermochte

5) Liebig u. Kopp, Jahresber. 1850. 519.

das specifische Gewicht des sogenannten Speckgummi's (nach Entfernung der Luftblasen im Vacuum) bei 20° C. = 0,9628, des Flaschengummis = 0,9454.

Im Allgemeinen kann man annehmen, dass Wärmezunahme das specifische Gewicht vermindert, Wärmeentziehung aber dasselbe erhöht [1]).

Schon 1806 machte John Gough [2]) darauf aufmerksam, dass das Kautschuk in der Wärme viel geschmeidiger, als in der Kälte sei und beim raschen Ausdehnen Wärme entwickle. Roxburgh [3]) wiederholte diese Versuche. Durch fortgesetztes Ausziehen zweier Kautschukstreifen, in deren Mitte sich die Kugel eines Fahrenheit'schen Thermometers befand, brachte er das Quecksilber, bei Vermeidung jeglicher Friktion, um zwei Grade zum Steigen. Auf ähnliche Art brachte Gorigh [4]) den Index eines Leslie'schen Differential-Thermometers um zwei Zoll aus seiner ursprünglichen Lage und Brockedon [5]) erhöhte sogar eine Unze Wasser in ungefähr 15 Minuten um 2° F.

Auch beim Kneten des Kautschuks, behufs der Reinigung, erwärmt sich dasselbe oft so, dass darauf gegossenes Wasser bis zum Sieden erhitzt wird [6]).

---

1) John Gough, Nicholson's Journ. of. nat. philos. Vol. 13. 305.

2) A. a. O.

3) Flora indica Vol. III. p. 541.

4) Dingler's polyt. Journ. XV. 258.

5) Dingl. polyt. Journ. CXXI. 193.

6) Ure, Dingl. polyt. Journ. Bd. LXXIII. 64.

Beim Erwärmen schrumpft das Kautschuk zusammen und dehnt sich beim Abkühlen wieder aus. Erhält man es unter Wasser von sehr niedriger Temperatur längere Zeit gespannt, so verliert es, zugleich mit seiner früheren Gestalt, einen bedeutenden Theil seiner Elasticität; taucht man es jetzt in warmes Wasser, so geht es in seine alten Dimensionen zurück und erlangt auch seine Elasticität vollkommen wieder [1]).

Ganz ähnliche Entdeckungen hat auch Page gemacht. Er dehnte mit Aether befeuchtete Kautschukstreifen sehr stark aus, schwenkte sie, zur Verdunstung des Aethers, in der Luft und fand sie durch die rasche Abkühlung vollkommen unelastisch geworden. Erst über 21° R. gingen sie in ihre alte Form zurück und erlangten ihre Elasticität wieder.

Merkwürdig und unerklärlich ist das Verhalten des Kautschuks zur Wärme, welches, nach Payen's Mittheilungen [2]), in neuerer Zeit ein Fabrikant Gérard zu Paris entdeckt hat. Kautschukstreifen nämlich auf das Sechsfache ihrer Länge ausgezogen und bis auf 100° erwärmt, behalten ihre Länge und ihre vollkommene Elasticität, so dass man einen sechsfach ausgedehnten Faden wieder sechsfach ausdehnen kann und so fort, ohne die Elasticität zu verringern.

Beim Erhitzen wird das Kautschuk weich, schmie-

1) Gough, Nicholson's Journ. Vol. 13. p. 305.

2) Dingler's polyt. Journ. Bd. 123. S. 383.

rig, klebrig und schmilzt bei 120° C [1]), weiter erhitzt zersetzt es sich unter Ausstossung flüchtiger, übelriechender Kohlenwasserstoffe und Zurücklassung einer kleinen Menge glänzender Kohle; entzündet, verbrennt es mit stark russender Flamme [2]).

---

### c. Verhalten gegen Lösungsmittel.

Man musste, um das Kautschuk in chemisch reinem Zustande untersuchen zu können, vor Allem bemüht sein, es in Lösung zu erhalten. Die ersten Untersuchungen, welche mit demselben angestellt wurden, verfolgten auch diesen Zweck. Herissant und Macquer [3]) veröffentlichten 1763 zuerst eine derartige Arbeit, deren Fortsetzung Macquer [4]) 1768 folgen liess. Erst 1781 erscheint die dritte, sehr ausführliche Arbeit von Berniard [5]), der nun eine Reihe ähnlicher Arbeiten in weniger grossen Zwischenräumen auf einander folgt [6]). Die Resultate derselben habe ich kurz im Nachfolgenden zusammengestellt.

---

1) Berzelius, Jahresbericht Bd. VII. 102.

2) Fourcroy, System. chim. T. VIII. 40.

3) Mém. de l'Acad. Roy. 1736. p. 49.

4) Mém. de l'Acad. Roy. 1768. pp. 58. 208.

5) Rozier, Observations et Mémoires sur la physique. T. XVII. 265. (1781).

6) Siehe Mém. de l'Institut. etc. I. 56. ferner Ann. de Chim. XI. 195 und XII. 156. etc.

Reines Kautschuk quillt im Wasser stark auf, löst sich aber nicht [1]). Die meisten Sorten des rohen Kautschuks verhalten sich ebenso [2]), nur aus wenigen hat man mit siedendem Wasser etwas Harz ausziehen können [3]).

Gegen Alkohol ist das Verhalten des reinen Kautschuks ähnlich. Es wird schon von kaltem, viel bedeutender aber von siedendem Weingeist aufgebläht [4]). Aus dem rohen Kautschuk zieht siedender Weingeist bis zu 4% eines klebrigen, bitter schmeckenden Harzes [5]) und zuweilen auch etwas Wachs aus [6]).

Die Angaben über die Löslichkeit in Aether sind sehr verschieden. Nach Macquer [7]) ist es vollkommen löslich, nach Berniard und Roxburgh [8]) absolut unlöslich darin. Die meisten Angaben stimmen aber darin überein, dass das Kautschuk in siedendem Aether rasch an Volumen zunimmt und sich nach längerem Kochen theilweise darin löst [9]).

Man soll die Lösungsfähigkeit des Aethers durch

---

1) Payen, Dingl. Journ. Bd. 123. 383.

2) Berniard, Rozier, Observ. et mém. etc. XVII. 265.

3) Nees von Esenbeck und Marquart, Ann. der Pharm. XIV. 43.

4) Payen, a. a. O.

5) Adriani, a. a. O.

6) Nees von Esenbeck u. Clamour Marquart, a. a. O.

7) Mémoires de l'Acad. Roy. des Sciences etc. 1768.

8) Asiatic Researches Vol. V. 170.

9) Payen, a. a. O. Van Geuns, Buchn. Repert. f. d. Pharm. II. Reihe II. 392. Nees von Esenbeck etc. a. a. O.

Zusatz von etwas Schwefelsäure [1]) und die Löslichkeit des Kautschuks in demselben durch vorheriges Erweichen in siedendem Wasser bedeutend erhöhen können [2]). Nach Martin [3]) wird dem Aether die Lösungsfähigkeit durch einen geringen Zusatz von Alkohol sogleich benommen.

In Salpeteraether soll sich das Kautschuk nach und nach unter Zersetzung lösen, während es gegen Essigaether indifferent ist [4]). Die nachfolgenden Stoffe sind alle als Lösungsmittel für das Kautschuk empfohlen und sollen dasselbe mehr oder weniger leicht aufnehmen:

Lavendeloel, Natternoel (l'huile d'aspic), Kamphoroel (Verbindung des Kamphors mit Salpetersäure), Oliven-, Mandel-, Nuss- [5]), Lein-, Bohen- und Mohnoel; ferner Kajuputoel [6]) (erhalten aus den Blättern von Melaleuca Cajuputi), das Oel der Weisstannenzapfen [7]) (Pinus abies), das flüchtige Oel vom Kopaiva Balsam [8]), das wesentliche Oel vom Sassafras [9]), das

1) Van Geuns, a. a. O.

2) Stralingh, Dingl. Journ. XV. 236. ferner Pelletier, Mém. de l'Institut. nationale des Science etc. I. 56.

3) Ann. der Pharm. XXII. S. 99.

4) Berniard, a. a. O.

5) Fresnau, Rozier, Observations et mém. sur la physique XVII. 265.

6) Roxburgh, Asiatic Researches V. 170.

7) Märker, Buchner's Repertoir XLV. 106.

8) Dingler's Journ. XXXV. 325.

9) Mitchell, Dingl. Journ. XXXVI. 329.

bei der Bereitung des portativen Leuchtgases auftretende, oelige Neben-Product [1]), Benzin, dem vortheilhaft etwas schwefelsaures Zinkoxyd hinzugefügt [2]) wird, andere Kohlenwasserstoffe, aetherische und fette Oele, Schweineschmalz mit Bergeroel und andere Körper.

Eines der gebräuchlichsten Lösungsmittel ist jedoch das Terpenthinoel, welches Kautschuk bis zu 50% seines Gewichtes löst [3]). Leitet man dasselbe dampfförmig auf gewöhnliches Kautschuk, so wird diesem ein Oel entzogen, welches man durch Erhitzen im Wasserbade abdestilliren kann [4]).

Die Lösungsfähigkeit des Terpenthinoels soll auf drei Weisen erhöht werden können, nämlich durch Rectification über Ziegelsteinen [5]), durch Schütteln mit verdünnter Schwefelsäure [6]) und durch Hinzufügen einer geringen Menge Schwefel oder Schwefelkalium [7]), während man die Löslichkeit des Kautschuks durch Erweichen in Ammoniak ausserordentlich befördert [8]).

Eine lange Zeit hindurch, vielleicht auch jetzt

---

1) Prechtl, Erdmann's Journ. f. pract. Chem. Nr. 20. 1837.

2) Mackil, Dingl. Journ. 65. S. 156.

3) Roxburgh, Asiatic Researches. V. 170. ferner Payen, Dingl. Journ. Bd. 123. S. 383.

4) Payen, a. a. O.

5) Bouchardat, Journ. de Pharm. 1845. Aug. S. 87.

6) Dingl. Journ. XLVII. 151.

7) Lüdersdorf, Lösung und Wiederherstellung des Federharzes. Berlin, 1832.

8) Sivier, Dingl. Journ. 72. 466. Ann. der Pharm. 23. 358.

noch, wurde Kautschukoel fabrikmässig durch trockne Destillation des Kautschuk's dargestellt, um es als Lösungsmittel für Kautschuk zu verwenden.

Nach Parkes[1]) Angabe erhält man ein gutes Lösungsmittel, wenn man schweflige Säure so lange über fein gekörnten Kamphor leitet, bis derselbe flüssig ist, und Simpson[2]) giebt an, dass 3% Schwefel haltender Kamphor und ein- und zweifach Chlorkohlenstoff vorzügliche Lösungsmittel seien.

Schwefelkohlenstoff und Chloroform[3]) werden ebenfalls viel angewandt.

Ungeachtet der Schwefelkohlenstoff zu den besten Lösungsmitteln gezählt wird, sind doch 11—20 Theile desselben nöthig, um 1 Theil Kautschuk zu lösen[4]). In den Fabriken versetzt man den Schwefelkohlenstoff mit 6—8% Alkohol, wodurch die lösende Kraft desselben bedeutend erhöht wird[5]).

Kautschukstückchen, welche ich mit mehr, als dem doppelten Volum Chloroform in eine starke Röhre einschloss und im Wasserbade bis 100° erwärmte, lösten sich vollkommen zu einer gut fliessenden Masse, welche beim Erkalten gallertartige Consistenz annahm und nun mit Schwefelkohlenstoff vermischt, in beliebiger Verdünnung erhalten werden konnte.

---

1) Dingler's Journ. Bd. 104. 456.

2) Dingler's Journ. 115. S. 138. ferner Forster, Polytechnisches Centralblatt 1850. S. 345.

3) Adriani, a. a. O.

4) Lampadius, Berzelius Lehrbuch Bd. 7. S. 102.

5) Payen, Dingl. Journ.. 119. 218.

Die Wirkung der meisten Lösungsmittel besteht darin, dass sie das Kautschuk stark aufquellen, oft bis zum 27—30 fachen seines ursprünglichen Volumens, dabei aber nur äusserst geringe Menge lösen.

Ausführliche Mittheilungeu über das Verhalten des Kautschuks zu den Lösungsmitteln hat in neuerer Zeit Bretthauer[1]) gemacht.

---

### d. Verhalten zu den Reagentien.

Kali und Natron wirken weder in der Kälte, noch in der Wärme, weder in wässriger, noch in alkoholischer Lösung auf das Kautschuk ein[2]). Ammoniakgas wirkt ebenfalls nicht ein; die wässrige Lösung desselben versetzt das Kautschuk, nach Monate langem Digeriren in verschlossenen Gefässen, in einen emulsionsartigen Zustand. Durch ungleich weit getriebene Verdunstung dieses Productes erhält man Flüssigkeiten von verschiedener Konsistenz, welche sich wie der natürliche Kautschuksaft verhalten und zum Anfertigen von Kautschukgegenständen benutzt werden können[3]). Verdünnte Säuren greifen das Kautschuk nicht an. Concentrirte Schwefelsäure[4]), concentrirte Sal-

---

1) Dingl. Journ. Bd. 88. 173.

2) Berniard, Rozier, Observ. etc.

3) Simier, Ann. der Pharm. 23, 358. ferner Sumers Berzelius, Jahresber. XVIII. 366.

4) Berniard, Rozier Observ. etc. Faraday, Journ. of Science and the Arts. Vol. 21. 19.

petersäure und salpetrige Säure [1]) wirken in der Kälte langsam, beim Erhitzen rasch zerstörend ein. Die Zersetzungsprodukte sind nicht untersucht. Geschmolzenes Kautschuk, übergossen mit concentrirter Salpetersäure, soll sich entzünden [2]). (Ueber die Einwirkung der Salpetersäure siehe auch Trommsdorff, Crell's chem. Ann. 1792. Thl. I. 17.) Salzsäure, Essigsäure, Chlor, schweflige Säure und Kieselfluorwasserstoffgas wirken nicht ein.

Bei einem Versuch reines Kautschuk darzustellen leitete ich Chlor in eine Lösung von Kautschuk in Schwefelkohlenstoff, bis die anfangs dunkelbraune Lösung vollkommen entfärbt war. Nach Zusatz von Wasser schied sich ein vollkommen weisser Körper ab, der aber nicht die characteristischen Eigenschaften des Kautschuks zeigte und weder elastisch noch biegsam war. Schweflige Säure bewirkte dasselbe.

---

### e. Destillationsprodukte.

Das rohe Kautschuk liefert bei der trocknen Destillation vier wesentlich von einander verschiedene Producte. Zuerst treten gasförmige Kohlenwasserstoffe, Kohlensäure und Kohlenoxyd auf, dann ein wässriges, stinkendes Destillat, welches etwas Ammoniak und Schwefelammonium enthält und dem Aether beim Schütteln ein aetherisches Oel entzieht. Mit der Luft in Berührung röthet es sich und scher-

1) Berniard, a. a. O.

2) Hare, Silliman's American Journ. XXIV. 247.

det nach einiger Zeit braune Flocken ab. Nachher geht in grössester Menge ein aetherisches Oel über und schwarze, glänzende, schwammige Kohle, welche Kieselsäure, schwefelsauren Kalk und Chlornatrium enthält, bleibt zurück [1]). Von diesen Producten nimmt das schon vielfach untersuchte Kautschukoel das grösseste Interesse in Anspruch. Es spielte seiner Zeit eine grosse Rolle bei der Verarbeitung des Kautschuks und darf daher wohl nicht unbesprochen vorübergehen.

In der mehrfach erwähnten Arbeit von Berniard findet man zum ersten Male dieses Oel beschrieben. Einige Jahre später erwähnt auch Fourcroy [2]) dasselbe und 1834 stellten Beale und Enderby, als sie die Eigenschaft des Kautschukoels, Kautschuk zu lösen, erkannten, dasselbe zum ersten Male in grösseren Quantitäten dar [3]).

Die Mengen, welche man durch allmäliges Erhitzen des Kautschuks erhält, werden verschieden angegeben. Beale und Enderby [4]) erhielten 83,3%, Chevalier [5]) 88—92%, Trommsdorff [6]) 80—84% und Adriani 85,7%.

1) Himly, Diss. Göttingen, 1835. ferner Ann. der Pharm. Bd. 27. S. 40.

2) System. de connaissance chim. Tome 8. 40. (1790.)

3) L'institut. 1834. Nr. 69. p. 290. auch Berzelius, Jahresb. XV. 320.

4) a. a. O.

5) Journ. chim. méd. 11. 80.

6) Repertoir, 53. 145.

Das unreine Kautschukoel ist ein Gemenge von vielerlei Producten. Unterwirft man dasselbe der fractionirten Destillation und fängt die Producte in mit Eis gekühlten Vorlagen auf, dann geht über:

1) bis 10° ein nach der Formel $C^n H^n$ zusammengesetzter Kohlenwasserstoff, welcher wahrscheinlich das von Faraday zuerst dargestellte Butylen ($C^8 H^8$) ist und im Kautschukoel von Bouchardat[1]) entdeckt wurde;
2) das ebenfalls von Bouchardat[2]) entdeckte, bei 13,5° siedende Kautschen (Cautchène) dem Himly dieFormel $C^8 H^6$ ertheilt hat;
3) ein Oel, welches zwischen 33—44° siedendes Eupion enthält[3]);
4) ein zwischen 41—54° siedendes, von Faraday früher schon erwähntes Oel, welches Himly „Faradayin" nennt;
5) ein Product von 0,8423 specifischem Gewicht bei 16° und 171°,5 Siedepunkt bei 750 Mm. Druck, welches Himly sehr mühsam durch wiederholtes Reinigen mit Schwefelsäure und Wasser und Entwässern mit Chlorcalcium aus dem zwischen 140—220° vom Kautschukoel abdestillirten Product erhielt. Dieses Oel, von Himly

---

1) Journ. de Pharm. Sept. 1837. P. 454. auch Ann. der Pharm. XXVII. S. 30.

2) a. a. O.

3) Bouchardat, a. a. O.

„Kautschin" benannt, wurde auch später von Bouchardat untersucht;

6) das Heven (Hevèene, Heveen), ein gelbes, klares, bei 315° siedendes Oel, von Bouchardat ebenfalls entdeckt und nach der Formel $C^n H^n$ zusammengesetzt gefunden.

Es ist anzunehmen, dass das Kautschukoel diese Bestandtheile in wechselnden Mengen enthält, da die Kautschuksorten so verschieden sind. Nach den meisten Angaben ist das Kautschukoel gelblich, von unangenehmem Geruch, geschmacklos und brennbar. Man kann es durch Rectification mit oder ohne Wasser reinigen und es erscheint dann farblos und dünnflüssig. Die einzige Analyse, welche von demselben gemacht wurde, ergab:

| | Dumas |
|---|---|
| C = | 88,0% |
| H = | 12,0%. |
| | 100,0 |

Das Verhalten dieser Flüssigkeit gegen die gewöhnlichsten Reagentien ist von verschiedenen Seiten studirt worden [1]). Man weiss, dass Chlor, Brom und die meisten Säuren einwirken, ohne dass man die Zersetzungsprodukte kennt. Eines derselben, das durch Einwirkung von Schwefelsäure entstandene Product, besteht nach Gregory [2]) nur aus Koh-

1) Trommsdorff, Pharm. Centralblatt. 53, 834; ferner Dalton, London and Edingb. Philos. Mag. 9. 479. auch Erdmann, Journ. f. pract. Chem. 10. 120.

2) London and Edingb. Phil. Mag. Juli–Dec., 1836. 321. fer-

lenstoff und Wasserstoff und wird von Liebig[1]) für Eupion gehalten. Ausgezeichnet ist das Kautschukoel durch die Eigenschaft Kautschuk und verschiedene andere Harze zu lösen. Zwanzig Theile dieses Oeles geben mit einem Theil Kautschuk eine dicklliche Lösung.

---

ner Ann. der Pharm. 16, 61. auch Erdmann's Journ. f. pr. Chem. Bd. 9. 387.

1) Ann. der Pharm. 16.

## V. Anwendungen.

Aus den Mittheilungen der Naturforscher, welche das Kautschuk zuerst beschrieben, geht unzweifelhaft hervor, dass die Einwohner jener Kautschuk-Distrikte, die Einwohner von Para sowohl, als die von Assam und China, bereits lange das Kautschuk zu den verschiedensten Geräthen, als Leuchtmaterial etc. verwandten, ehe wir dasselbe überhaupt kannten.

Bald nach dem Erscheinen des Kautschuks in Europa (1757) empfahl Magellan[1]) die Anwendung desselben zum Auswischen der Bleistiftstriche. Jahrzehnte verstrichen, ohne dass sich weitere Anwendungen fanden, bis es Grossart[2]) 1791 gelang, aus frisch geschnittenen Streifen elastische Kautschukröhren darzustellen. Eine derartige Erfindung, in Verbindung mit der bald darauf erfolgten, das Kautschuk zu erweichen und Zeuge wasserdicht mit demselben zu machen[3]), musste nothwendig einen grö-

1) Böhmer's techn. Geschichte der Pflanzen Bd. II. 371.

2) Ann. de Chim. XI. 143.

3) Besson, Dingl. 56. 337.

sseren Begehr, Steigerung des Preises und das Erscheinen grösserer Quantitäten Kautschuk im Handel zur Folge haben.

1794 hört man zum ersten Male, dass Anwendung vom Kautschuk in England gemacht wird [1]). Nur einmal vor dieser Zeit (1770) empfiehlt Pristley ein Material zum Ausreiben der Bleistiftstriche [2]). Nachdem 1803 [3]) und 1805 [4]) verschiedene Methoden der Anfertigung von Kautschukröhren und andern Gegenständen angegeben waren, wurde dem Kautschuk in der Technik allgemeine Aufmerksamkeit geschenkt und somit die unabsehbare Reihe von Anwendungen eröffnet. Die wichtigsten davon beruhten auf der Eigenschaft des Kautschuks undurchdringlich zu sein für Wasser. Macintosch [5]) fertigte 1820 die berühmten, nach ihm benannten, wasserdichten Röcke an, und 1826 zeigte Faraday [6]), am Ende einer Vorlesung, welche er vor der Royal-Institution zu London hielt, schon eine Reihe aus Kautschuk gefertigter Gegenstände vor.

Die Allgemeinheit der Anwendung in der neuesten Zeit, beweist ein einziger Blick in den Bericht

---

1) Grossart, Repert. of arts nnd manufacture, Bd. I. p. 70. u. p. 131—140.

2) Repertory of pat. inv. in arts. Vol. 16. p. 47.

3) Z. B. Gough, Manschester Memoirs. N. S. I. 288.

3) Philosophical Magazine XXII. 340.

5) Dingl. Journ. XVI. 354.

6) Dingl. Journ. XX. 411.

einer der Welt-Ausstellungen zu London, New-York und Paris, und der stets wachsende, bedeutende Konsum erhellt aus den folgenden Angaben: Es wurden im Jahre 1831 nur 29,958 ℔ Kautschuk nach England eingeführt, während die Einfuhr 1832 schon 178,676 ℔ betrug [1]). Aehnlich gestalteten sich die Verhältnisse in fast allen Ländern Europa's und Nord-Amerika's. 1834 waren in St. Denis bei Paris allein 1500 Maschinen damit beschäftigt, Kautschukfäden zu überspinnen [2]) und 1855 [3]) arbeiteten in den Vereinigten-Staaten Nord-Amerika's 22 Fabriken nur nach dem Goodyear'schen Patente [4]).

Die Anzahl der Kautschukfabriken in Deutschland ist verhältnissmässig noch gering.

Bevor ich zur Beschreibung der eigentlichen Verarbeitung des Kautschuks übergehe, muss ich noch einige Worte über die verschiedenen im Handel vorkommenden Sorten und über die Reinigung des Rohmateriales anführen.

Von diesen Sorten eignen sich einige besonders gut zur Darstellung dieser, andere dagegen zur Darstellung jener Artikel, ja zu gewissen Gegenständen können einige Sorten gar nicht verwerthet werden. Man unterscheidet jetzt vier wesentlich von einander verschiedene Kautschuksorten:

---

1) Dingl. Journ. XLVII. 151. daselbst L. 437.

2) daselbst 65. 136.

3) Wagner's Jahresber. 1855. 367.

4) Siehe Seite 59.

1) das ziemlich ausser Gebrauch gekommene Flaschen- oder Platten-Kautschuk;
2) das sogenannte „Para-Kautschuk", welches meistens äusserlich schwarz, im Innern blass gelb und undurchsichtig ist. Es ist nächst dem Flaschen-Kautschuk die reinste Sorte und kommt in Stücken von 20—50 Pfund in den Handel;
3) das ostindische Kautschuk, die jetzt am meisten Anwendung findende Varietät, welche in Centner schweren Stücken, oft sorgfältig in Bastmatten verpackt, zu uns gelangt. Es wird im geschäftlichen Verkehr Kautschuk von Singapore oder Pulo-pinang genannt, ist aussen dunkelbraun, in dünnen Schnitten durchsichtig; die frischen Schnittflächen desselben zeigen ein höchst buntes Innere;
4) das wesentlich von den vorhergehenden Arten unterschiedene afrikanische Kautschuk, wegen seiner Gestalt gewöhnlich „afrikanische Zungen" genannt. Es ist aussen intensiv schwarz uud schmierig; frische Schnittflächen sind, vorzüglich bei dicken Stücken, im Innern weiss und nach den Rändern zu erst rosa, dann hellbraun, braun und schliesslich schwarz. In Berührung mit der Luft werden die Schnittflächen bald schwarz. Beim Trocknen zerfliesst es zu einer dicken, schmierigen, theerähnlichen Masse.

Die vielen anderen Sorten des Handels unterscheiden sich von den oben angeführten lediglich durch ihre Namen. —

Von grosser Wichtigkeit bei der Bereitung eines guten Kautschuk-Artikels ist die gründliche Reinigung des rohen Materiales, wobei man im Allgemeinen folgendermassen verfährt:

Mit sehr scharfen, stets feucht gehaltenen Messern oder anderen ähnlichen Instrumenten [1]), welche rasch rotiren, zerschneidet man das Kautschuk in Stücke von 2—3 Cubikzoll und befreit diese nun von eingeschlossenem Holz, Sand etc. entweder durch abwechselndes Kneten und Waschen oder durch Zermalmen im sogenannten Lumpenwolf. Bei der ersten Methode wendet man eigens zu diesem Zwecke construirte stählerne Walzen an, welche mit verschiedener Geschwindigkeit gegen einander rotiren. Die eng zusammengeschrobenen Mahl- oder Knetwalzen (Grinder) [2]) zerquetschen jede feste Substanz, welche noch im Kautschuk enthalten war, so dass man diese nun durch wiederholtes Spühlen mit Wasser oder durch Auskochen mit verdünnter Lauge [3]) oder Säure entfernen kann [4]). Der sogenannte Wolf [5]) besteht im

1) Maschinen zum Zerschneiden, siehe Dingler's Journ. 93. 332. ferner Polytechn. Centralbl. 1848. 839.

2) Beschreibung und Abbildung ausführlich in Dingl. Journ. Bd. 130. S. 187—88. Bd. 65. S. 296.

3) Polytechn. Centralbl. 1857. 894.

4) Wenn die Kautschukstückchen zuerst die Walzen passiren, spritzt aus denselben eine stinkende Flüssigkeit, welche ausführlich von Fourcroy und Vauquelin untersucht wurde. (Gehlen's neues chem. Journ. Bd. 6. S. 673.)

5) Dingl. Journ. 120. S. 160. Bd. 131, S. 436. ferner Polyt. Centralblatt 1854, 865.

Wesentlichen aus einer mit breiten Zähnen besetzten Walze, welche gegen eine feste, ebenfalls mit Zähnen oder Messern versehene Platte unter Wasser rotirt. Das Kautschuk wird von diesem Instrumente zermahlt und die Unreinigkeit durch das Wasser herausgespühlt. Ganz ausführlich über die Reinigung des Kautschuks berichtet Ure[1]) und in neuerer Zeit Goodyear[2]).

Die sogenannten weichen Kautschuk-Artikel, als Kautschukzeuge, Schuhe etc. stellt man dar:

1) mit Hülfe von Kautschuklösungen,
2) aus reinem, unvermengtem Kautschuk auf trocknem Wege und
3) aus vermengtem oder vulcanisirtem Kautschuk.

Besson (1793) und Champion (1811) hatten schon wasserdichte Zeuge aller Art verfertigt, als Macintosh[3]) im Jahre 1820 das Verfahren, solche mit Hülfe von Kautschuk-Lösungen anzufertigen patentirt erhielt. Seine Bereitungsweise war kurz folgende: Er spannte zwei Stücke Zeug auf Rahmen, bestrich dieselben auf einer Seite mit einer Lösung von Kautschuk in Steinkohlentheeroel, legte sie mit den bestrichenen Seiten auf einander und presste sie zwischen aufeinander laufenden Walzen zusammen. Aus den so präparirten Zeugen stellte man Matrazen, Luftkissen, Ammenschürzen etc. dar[4]).

1) Dingl. Journ. 73. S. 63.

2) Repert. of pat. inv. in arts Vol. 23. p. 466. ferner Practical Mechan. Journ. June 1856. p. 73.

3) Dingl. Journ. XVI. 354.

4) daselbst 56. 337.

Statt dieser Lösung wandte man selbstverständlich auch andere [1]), zuweilen auch den unveränderten Kautschukmilchsaft [2]) an.

Hancock [3]) brachte eine Vereinfachung bei der Darstellung derartiger Kleidungsstücke an. Er liess 2 Stücke Zeug gleichzeitig durch zwei Walzen passiren und brachte zwischen dieselben eine etwas dicke Lösung von Kautschuk in Terpenthinoel oder Schwefelkohlenstoff, welche die beiden Zeuge zusammen haften und wasserdicht machte. Ausser zu den oben angeführten Zwecken, benutzte man sie auch wohl als Dachbedeckung [4]). Ferner wurden Seiden- und Wollenfäden mit diesen Lösungen überstrichen, getrocknet und zu dichten unverwüstlichen Geweben versponnen [5]), oder auch man versetzte die Lösung des Kautschuks in Terpenthinoel mit essigsaurem Bleioxyd, Bleiglätte, schwefelsaurem Zinkoxyd, Gummi oder Mastix um damit Leder dauerhaft, wasserdicht und elastisch zu machen [6]).

Von Hancock stammt ferner ein eigenthümliches Verfahren Kautschukfäden aus Kautschuklösungen zu machen. Er bestreicht nämlich eine Rolle,

1) Dingl. Journ. 67. 157.

2) Polytechn. Centralbl. 1835. S. 495; 1837. S. 991. Dingl. Journ. 60. 29.

3) Dingl. Journ. 70 S. 118 u. 120. Bd. 73. 76. Bd. 93. 333. Bd. 109. 122.

4) Dingl. Journ. 67. 394.

5) Sivier, Dingl. Journ. 69. 384.

6) Repert of pat. inv. Aug. 1. 1859 S. 151.

in welche Schraubengänge geschnitten sind mit obigen Lösungen so lange, bis die Vertiefungen mit Kautschuk gefüllt sind und wickelt nach dem Trocknen den fertigen Faden heraus. Die neueste und zugleich die interessanteste Darstellung weicher Artikel aus Kautschuklösungen haben Aubert und Gérard[1]) in Paris vor nicht langer Zeit mitgetheilt. Nach ihrer Vorschrift bringt man in gut zu verschliessende Zinkgefässe 1 Theil Kautschuk und 2 Theile Schwefelkohlenstoff, dem 5% Alkohol beigemischt sind, und digerirt 12—15 Stunden. Das Kautschuk ist nach dieser Operation nicht gelöst, aber doch in eine teigartige Masse verwandelt, welche sich gut formen lässt und deren Gleichförmigkeit man mittelst Hindurchpressens derselben durch ein siebförmiges Drathnetz bewirkt. Um nun aus diesem Brei Fäden zu machen, presst man ihn durch eine Eisenplatte, in der sich Löcher von dem Durchmesser eines Fadens befinden. Geeignete Apparate, welche mit Talk- oder Kreidepulver bestreut sind führen den gepressten Faden fort, der nach dem Trocknen vollkommen elastisch ist und die Form des Loches besitzt.

Die Anwendung des Kautschuks in flüssiger Form ist die noch am wenigsten verbreitete. Ausser zu den oben angegebenen Zwecken benutzt man z. B. eine Lösung von Kautschuk in aetherischen[2]) oder fetten Oelen, in Aether dem etwas Kamphor zugesetzt

1) Dingl. 130. 181.

2) Berzelius, Jahresber. XIII. 302.

ist etc. als Kleister in der Buchbinderei [1]), als Kitt [2]) oder zum Konserviren von Holz-Gegenständen [3]). Man hat das Kautschuk auch wohl in Schweineschmalz und anderen Fetten gelöst oder mit denselben erweicht und die dickflüssige Masse als Maschinenschmiere [4]), Stiefelwichse [5]) und zum Geschmeidig- und Wasserdichtmachen von Leder [6]) verwandt, oder man hat es mit Ammoniak erweicht und es dann zur Darstellung verschiedener Geräthe benutzt, indem man Modelle damit überstrich [7]). Nicht minder wichtig ist die Verwendung des Kautschuks zu Firnissen. Man schmilzt es, um solche zu erhalten mit Wachs und löst die Schmelze in Leinoel [8]) oder man löst es direct in Kautschukoel. Diese Firnisse werden zum Ueberziehen von Metallen, Bildern und anderen Gegenständen benutzt, als Schutz gegen die Einwirkung von Luft und Feuchtigkeit [9]). Die flüchtigeren Destillationsproducte des Kautschuks benutzt man zur Erhöhung der Leuchtkraft verschiedener Fette [10]),

---

1) Dingl. Journ. 73. 238.

2) daselbst 120. 110.

3) daselbst 93. 66.

4) Polytechn. Centralbl. 1855. 638.

5) daselbst 1835. 893 u. 256.

6) Dingl. Journ. 69. 238.

7) daselbst 64. 77.

8) Repertory of pat. inv. III. 381.

9) Polytechn. Centralbl. 1853. 1144. Dingl. Journ. VII. 475.

10) Ann. der Pharm. XIV. 235.

zur Bereitung von Leuchtgas [1]), zur Darstellung von Firnissen [2]), indem man Copal und andere Harze in denselben löst, zum Impregniren von Tauwerk [3]) und zu vielen anderen Zwecken.

Die Resultate der Versuche, welche die bedeutendsten Chemiker anstellten, das Kautschuk in Lösung zu bekommen, aus der es, wie aus dem natürlichen Milchsafte, wieder unverändert ausgeschieden werden könnte, zeigten bald, dass eine Erreichung dieses Zweckes mit vielen Schwierigkeiten und Kosten verbunden sei. Man musste mithin darauf bedacht sein, das Kautschuk im trocknen Zustande zu verarbeiten. Das Einfachste war natürlich, die Kautschukflaschen, in welcher Form das Kautschuk in früherer Zeit fast nur in den Handel kam, in zwei Theile zu zerschneiden, durch einen starken, anhaltenden Druck diese gerade zu pressen und mit geeigneten Maschinen [4]) in dünne Fäden etc. zu zerschneiden [5]). Will man diese zu elastischen Geweben verspinnen, so muss man sie erst unelastisch machen. Dieses geschieht entweder dadurch, dass man sie auf das 8—10 fache ihrer Länge ausdehnt, gespannt auf eine Haspel wickelt und 3—4

---

1) Polyt. Centralbl. 1835, 583.

2) daselbst 1836. 353. Dingl. Journ. 131. 239.

3) Ann. der Pharm. XXVII. 30. Dingl. Journ. LV. 118; LXV. 154.

4) Dingl. Journ. 93. 332 und Bd. 109. 118.

5) Dingl. Journ. Bd. 65. S. 136; Bd. 120. S. 105; Bd. 144. S. 454.

Wochen sich selbst überlässt oder dass man den ausgestreckten Faden rasch abkühlt. Die auf diese Weise vorgerichteten Fäden werden jetzt besponnen. Das fertige Gewebe braucht man nur in warmes Wasser zu halten oder auf ähnliche Weise gleichmässig zu erwärmen, dann erhalten die Kautschukfäden ihre anfänglichen Dimensionen wieder, sind vollkommen elastisch und man hat sehr starke, dichte, elastische Gewebe [1]), die zu Strümpfen [2]), Handschuhen und anderen Kleidungsstücken verwandt werden können. Auf ähnliche Weise bereitet man elastische Kautschukzeuge aus Kautschukplatten [3]). In neuerer Zeit wendet man eine weniger mühsame Methode an, das Kautschuk unelastisch zu machen. Man bringt nämlich das gereinigte und getrocknete Kautschuk in starke Walzwerke [4]) und knetet es in denselben so lange, bis es unelastisch und zu einer homogenen, schwarzen Masse zusammengeballt ist, welche vollkommen die Eigenschaften des sogenannten Knallgummi's besitzt, welches sich an vielen Orten die Knaben durch Kauen zu bereiten pflegen. Die Walzen werden mit heissen eisernen Bolzen oder mit gespannten Wasserdämpfen erwärmt und führen etwa 20 ℔ im Verlauf einer Stunde in den erwähnten Zustand über. Es

1) Dingl. Journ. Bd. 60, 36; Bd. 39, S. 230; Polyt. Centralbl. 1836. 209—213.

2) Dingl. Journ. 74, 319.

3) Dingl. Journ. 69. 384. Polyt. Centralblatt. 1856, 1400.

4) Dingl. Journ. Bd. 66. 350.

lässt sich dann, so lange es noch warm ist, beliebig formen. Man walzt es entweder zu Platten [1]) aus, aus denen man Luftkissen, Betten etc. [2]) verfertigen kann oder man breitet es in dünne Schichten auf Zeuge [3]) aus. Um den Oberflächen der Platten mehr Festigkeit zu geben, wird ihnen wohl Sand einverleibt. Man kann sie dann als Persennings und zur Bedeckung von Eisenbahnwaggons anwenden [4]). Nimmt man statt Sand feinen Schmirgel, so erhält man recht gute Streichriemen [5]). Unzählige andere Artikel dieser Art und Maschinen, dieselben anzufertigen sind beschrieben worden [6]).

Diejenigen Eigenschaften des Kautschuks, welche eine so allgemeine Anwendung desselben gestatten, werden wesentlich erhöht durch das sogenannte Vulcanisiren d. h. durch inniges Einverleiben von Schwefel oder Schwefelverbindungen, mit oder ohne Anwendung von Wärme Von dieser Verbesserung hört man zuerst im Jahre 1843 und nach den meisten Angaben [7])

---

1) Dingl. Journ. 70. 118.

2) daselbst Bd. 60. S. 32. Bd. 143. S. 80. Ann. der Pharm. XXII. 184. Bulletin de la Societé d'Encouragement etc. 1832, 59.

3) Dingl. Journ. 147. S. 90. Bd. 66. S. 350; Repertory of pat. inv. etc. Vol. 7. p. 291; vol. 10. p. 168.

4) Polytechn. Centralblatt. 1857, 143.

5) Dingl. Journ. 70. 118.

6) Dingl. Journ. Bd. 93. S. 333. Bd. 65. S. 296.

7) London Journ. of arts. April. 1845. p. 178; Dingl. Journ. 97, 146; Liebig u. Kopp, Jahresber. I. 742.

ist Hancock der Entdecker dieser Methode nach den Mittheilungen Anderer [1]) erschien Goodyear's in demselben Jahre genommenes Patent etwas früher. Durch die Veröffentlichung dieses Patentes wurde die Art und Weise des Vulcanisirens bald allgemein bekannt, und weil Jeder den daraus erwachsenden grossen Vortheil erkannte, Keiner aber nach derselben Methode arbeiten durfte, bemühte man sich neue Wege, auf denen dasselbe erreicht werden könnte, aufzufinden. Fast jedes Jahr brachte demzufolge ein und mehrere neue Patente von denen die wesentlichsten in folgender Reihenfolge ausgestellt wurden:

| | | |
|---|---|---|
| Patent von | Newton | 1844. |
| „ | „ Parkes | 1846. |
| „ | „ Moulton | 1847. |
| „ | „ Westhead | 1848. |
| „ | „ Lorimier | 1849. |
| „ | „ Burke | 1850. |
| „ | „ Aubert u. Gérard | 1851. |

Bei allen Vulcanisationsweisen bringt man das Kautschuk, ehe man die verschiedenen Ingredienzien hinzusetzt, durch Kneten in eigens zu diesem Zweck construirten Maschinen [2]) in seinen unelastischen, teigartigen Zustand, wie dieses oben, Seite 57, beschrieben wurde.

Goodyear's Methode das Kautschuk zu vulkani-

---

1) Dingl. Journ. 131. 366.

2) Dingl. Journ. 117. 143.

siren besteht darin, dass man auf die Kautschukmasse, welche sich fortwährend um die eine der enggestellten Knetwalzen windet, reinen, gepulverten Schwefel, Schwefelmilch oder Schwefelblumen streut. Die Menge Schwefel, welche man zusetzt, ist je nach der Anwendung, welche vom Kautschuk gemacht werden soll, verschieden und beträgt 6—100% Man knetet das Kautschuk, bis der Schwefel ihm innig beigemengt ist und man eine gleichförmige, graue Masse hat, der man durch Pressen, Modelliren oder (will man Platten haben) durch Aufwalzen vermittelst grosser, erwärmter Walzwerke (Kalander, spreading mashine)[1] auf Zeug diejenige Gestalt gibt, welche der Körper haben soll. Die fertig geformten Gegenstände müssen dann zur Vollendung der Vulcanisation erhitzt werden. Dieses geschieht in grossen eisernen Kesseln, welche mit Dampf oder einer anderen regulirbaren Wärmequelle erwärmt werden[2]. Weil die Gegenstände dabei nothwendig vor dem Luftzutritt geschützt werden müssen, bedeckt man sie mit Glas- oder Messingplatten oder setzt sie in Sand- oder Talkpulver. Im Allgemeinen gilt die Regel, dass, je härter der Gegenstand werden soll, desto mehr Schwefel dem Kautschuk einverleibt und desto höher und desto länger dasselbe erhitzt werden muss.

1) Dingl. Journ. Bd. 107. S. 70; Bd. 120. S. 109; Bd. 135, S. 31; Bd. 151. ferner Repert. of pat. inv. 1854 vol. 23. p. 494.

2) Payen's Gewerbs-Chemie 740.

Hancock [1]) walzte Kautschuk zu dünnen 1—3 Millimeter dicken Blättchen aus und tauchte diese in ein 89,8—92,8° R. warmes Schwefelbad. Der Schwefel dringt wie Wasser in das Kautschuk ein [2]) und dieses behält 12—15% zurück. Diese mit Schwefel imprägnirten Platten knetete er, um sie gleichförmig zu erhalten und setzte sie dann einige Zeit einer Temperatur von 128° R. aus.

Das Newton'sche Verfahren [3]) des Vulcanisirens besteht darin, das Kautschuk zwischen Knetwalzen mit Schwefel und Bleiweiss zu vermischen; oder dasselbe in Terpenthinoel zu lösen und ihm dann den Schwefel und das Bleiweiss, welche wie Farben mit Terpenthinoel angerieben sind, durch Zusammenrühren innig beizumischen. Bei beiden Methoden muss das Kautschuk hernach noch einer Temperatur von 270° F. (106° R.) ausgesetzt werden.

Statt der obigen Ingredienzien wendet Moulton [4]) unterschwefligsaures Bleioxyd, künstliches Schwefelblei und auch wohl kohlensaure Magnesia an (auf 1 ℔ Kautschuk eine Unze bis ½ ℔ unterschwefligsaures Bleioxyd) und erhitzt nachher die gemengte

1) London Journ. of arts. April 1845. S. 178. Dingl. Journ. 131. 366.

2) Dingl. Journ. Bd. 124, 133.

3) Repert. of pat. inv. Nov. 1844. Vol. 4. S. 271.

4) Repert. of pat. inv. Sept. 1847. 178—180. ferner Dingl. Journ. 107. 169. (Siehe auch Hancock u. Brockedon. Polyt. Centralbl. 1847. S. 1214).

Masse, je nachdem sie weich oder hart werden soll, 3—6 Stunden von 85—120° R.

Parkes[1]) gelang es 1846, auf kaltem Wege die Vulcanisation zu bewirken. Er tauchte dünn ausgewalzte Kautschukblätter in ein Gemisch von 40 Theilen Schwefelkohlenstoff und einem Theil Halbchlorschwefel ($S^2Cl$). In einigen Minuten war ein $^1/_{16}$ Zoll starkes Kautschukblatt genügend verändert. Zur Verdunstung des Schwefelkohlenstoffs hing er sodann die Platten in Trockenkammern auf, welche bis auf circa 21° R. erwärmt waren und kochte sie dann, um den Schwefel von der Oberfläche zu entfernen, mit verdünnter Kalilauge und nachher mit Wasser aus. Ausser dieser Vulcanisationsmethode rühren noch andere von Parkes her. Er knetet nämlich 8—10 Pfund Kautschuk mit einem Pfund trocknem (?) Chlorschwefel oder dreifach und fünffach Schwefelkalium[2]) 3 Stunden bei 112° R., oder auch er hängt die Kautschukgegenstände in luftdicht verschliessbaren Kammern auf, deren Wände mit Eisen- oder Bleiplatten bekleidet sind, welche ihrerseits wieder durch einen Firniss geschützt werden, und leitet in dieselben ein Gas-Gemenge aus 10 Volumen schwefliger Säure und einem Volumen Chlor.

Aubert und Gérard[3]) vulcanisiren durch Ein-

1) Repert. of pat. inv. Jan. 1847. (vol. 9.) S. 46.

2) Dingl. Journ. 124. 133. Siehe auch Nickels Dingl. Journ. 117. 143.

3) Dingl. Journ. Bd. 131. 366.

tauchen in eine wässrige Lösung von fünffach Schwefelkalium (von 25° Baumé). Sie lösen auch wohl das geschwefelte Kautschuk vor dem Erhitzen in Schwefelkohlenstoff und Alkohol und pressen daraus, wie oben angegeben (S. 54), Fäden, welche später durch Erhitzen auf 130 – 140° C. vollständig vulcanisirt werden.

Eine Anzahl anderer Vulcanisationsmethoden unterscheiden sich von den vorhergehenden nur durch die Anwendung anderer, die Vulcanisation bewirkender Stoffe. Lorimier[1]) benutzt Zinkoxyd, oxalsauren Kalk und Kalkbrei für ordinäre Massen zur Dachbedeckung etc.; Burke[2]) Mineralkermes (ein Gemenge, welches im Wesentlichen aus amorphem Schwefelantimon und Antimonoxyd besteht); ein Amerikaner Schwefelzink, Schwefelblei, unterschwefligsaures Blei- und Zinkoxyd[3]).

Viele andere Präparate zum Vermengen des Kautschuks, die alle die köstlichsten Eigenschaften hervorrufen sollen, dienen, bis auf wenige Ausnahmen, nur dazu, die Masse des Kautschuks zu vermehren und machen sie in den meisten Fällen unelastisch und brüchig. Goodyear empfiehlt in seinem Patente für das Königreich Hannover[4]) wenigstens 20 Stoffe, wo-

1) London Journ. 1849 Febr. p. 26.

2) Dingl. Journ. Bd. 115. 304.

3) daselbst 126. S. 397.

4) Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für Hannover. 1855. Heft 6.

runter Kalk-, Magnesia- und andere Metallsalze die wesentlichsten sind. Die Kautschukgegenstände setzt er nach dem Mischen 3—5 Stunden einer Temperatur von 120—150° C. aus [1]).

Ehe das Kautschuk erhitzt worden ist, ist es noch in allen seinen Lösungsmitteln löslich, nachher aber widersteht es ihnen im höchsten Grade und bleibt bei Wärme und Kälte gleich elastisch.

Noch wichtiger für die Anwendbarkeit des Kautschuks ist, dass es vor dem Erhitzen weich, formbar, pressbar ist und desshalb in jede beliebige Gestalt gebracht werden kann, welche es dauernd beibehält nachdem man es erhitzte; dass es ferner in jedem beliebigen Härtegrade erhalten werden kann, wasserdicht, biegsam etc. ist und der Compression im höchsten Grade widersteht [2]).

Für die Chemie und Physik ist das weiche vulcanisirte Kautschuk ein unentbehrliches Material geworden. Ich brauche nur an die Röhren aller Art, die Stopfen, Kapseln, Handschuhe, um in Säuren greifen zu können, an die mannigfachen Gefässe aus Kautschuk zu erinnern, welche so allgemein Eingang ge-

---

1) Ueber das Vulcanisiren siehe auch Payen, Erdmann's Journ. f. pr. Ch. Bd. 56, 196. Bd. 55, 273. ferner Polytechn. Centralbl. 1852 S. 847, 643, 1226; 1858, 976. Dingl. Journ. 120. 112. Repert of pat. inv. etc. 1847 vol. 9. 46.

2) Siehe die hierüber in neuerer Zeit angestellten Untersuchungen von Boileau (Compt. rend. 42. Nr. 20. p. 933; Pol. Centralblatt 1856. 1170; Liebig u. Kopp Jahresber. 1856, 78.) und von Dietzel (Polyt. Centralblatt 1857. 689).

funden haben; und doch wird nur ein kaum nennbarer Theil des Kautschuks zu diesen Zwecken verarbeitet. Fast $^1/_3$ des in den Handel kommenden Rohmaterials wird verwandt um Schuhe, Kleidungsstücke aller Art, Bälle etc. anzufertigen. Ausserdem werden bedeutende Mengen zur Anfertigung von Springfedern und anderen elastischen Unterlagen, zum Kalfaltern von Schiffen, zum Abdichten von Maschinen, Gasröhren und Apparaten, zum Isoliren der Telegraphendräthe, zu Buffern für Eisenbahnwaggons und zu vielen anderen Gegenständen verwandt.

Es bleibt mir jetzt noch übrig, mit einigen Worten die Darstellung des festen, hornähnlichen vulcanisirten Kautschuks zu beschreiben.

Die anfängliche Verarbeitung des Kautschuks stimmt ganz mit der schon oben erwähnten zur Darstellung weicher Gegenstände überein. Man reinigt, knetet und vermengt mit verschiedenen Stoffen auf gewöhnliche Weise Auch fehlt es nicht an Angaben von Ingredienzien, welche mit Vortheil dem Kautschuk einverleibt werden können [1]), doch ist auch hier, was dem Kautschuk über einen bestimmten Procentgehalt an Schwefel zugesetzt wird, nur in ganz besonderen Fällen von wahrem Vortheil. Nach Goodyear [2]) z. B. vermischt man, um eine

1) Repert. of pat. inv. July 1859. S. 51.

2) Mittheilungen des Gewerbe-Vereins für das K. Hannover. 1855. 6tes Heft.

gute elastische Masse zu erhalten, welche Fischbein ersetzen kann: 1 Kilogramm Kautschuk mit 0,25 Schwefel, 0,20 Gummilack (Schellack), 0,20 Magnesia und 0,25 Goldschwefel (Sulphur auratum antimonii); um eine gute Hornmasse [1]) zu erhalten, dagegen 1 Kilogramm Kautschuk mit 0,25 Schwefel, 0,50 Magnesia, 0,50 Steinkohlentheer und 0,50 Goldschwefel. Diese Substanzen werden durch Kneten zwischen Walzen dem Kautschuk innig beigemischt und dann die verschiedenen Gegenstände aus der vollkommen formbaren Masse gepresst oder modellirt, auch wird diese wohl, zur Darstellung von Platten [2]), auf Zeug ausgewalzt. Die fertigen Gegenstände, als Stöcke, Messerhefte, Pistolenschäfte, etc. werden in grosse Kasten aus Eisenblech sorgfältig mit Sand-, Stein- oder irgend einem anderen nicht anklebenden Pulver verpackt, so dass keine Luft an sie gelangen kann. Platten aus denen Kämme und andere ähnliche Gegenstände verfertigt werden sollen, schützt man vor der Einwirkung der Wasserdämpfe und der Luft durch Glas- oder Metallplatten. Die vollständig mit dem schützenden Material bedeckten Gegenstände bringt man nun in den sogenannten Härter (heater), in welchem sie, je nach ihrer Dicke, 2—8 Stunden einer Hitze von 120—150° C. ausgesetzt werden. Der Härte-Apparat, ein grosser, eiserner, luftdicht zu verschliessen-

1) Polyt. Centralblatt. 1852, 1485.

2) Dingl. Journ. 131. Seite 364.

der Kessel wird mit gespannten Wasserdämpfen aus einem in der Nähe befindlichen Dampfkessel allmälig bis zu der angegebenen Temperatur erhitzt.

Nach dem Härten sind die Gegenstände, wenn ihnen nicht absichtlich Farbstoffe beigemischt wurden [1]), selbst bei einem Gehalt von 100% Schwefel vollkommen schwarz und hart, im höchsten Grade politurfähig und äusserst einfach zu verarbeiten. Was die Haltbarkeit derselben anbetrifft, so brauche ich nur zu erwähnen, dass man Papiere zwei Jahre lang in Kautschuk-Futteralen an einer feuchten Stelle vergraben hielt, ohne dass weder das Kautschuk, noch die Papiere im geringsten verändert gewesen wären [2]).

Alle Gegenstände, welche aus Horn, Fischbein, Holz etc. angefertigt wurden, sind zu einem grossen Theil auch schon mit Vortheil aus hartem vulcanisirtem Kautschuk gemacht worden. Das meiste harte Kautschuk wird zu künstlichem Fischbein für Schirme, zu Blanchets, zu Reifen für Damen-Röcke und allen sonst aus Fischbein verfertigten Gegenständen, zu Kämmen, Koffern etc. verarbeitet [3]). Versuchsweise liess ich aus gehärtetem, vulcanisirtem Kautschuk ein kleines Electrophor anfertigen. Professor Weber, welcher die Güte hatte, dasselbe ei-

1) Ueber Färben des Kautschuks siehe Faraday, Journ. of Science and the arts. vol. 21. p. 19. ferner Dingl. Journ. 109. 120.

2) Dingl. Journ. 47. 314.

3) Siehe Goodyear's Register von Kautschuk-Gegenständen (Mittheilungen des Gewerbe-Vereins f. d. K. Hannover 1855. 6.).

ner Prüfung zu unterwerfen, sprach sich sehr günstig über dasselbe aus. Er vermochte mit dem kleinen, unvollkommenen Instrumente, mit welchem er in seinen Vorlesungen einige Versuche anstellte, verhältnissmässig grosse Quantitäten Electricität zu scheiden. Ein solches Electrophor zeichnet sich besonders dadurch aus, dass es fast unverwüstlich ist, dass es in jeden beliebigen Dimensionen zu erhalten ist, dass es beim Schlagen mit dem Fuchsschwanz nicht rauh wird, sondern im Gegentheil immer höhere Politur annimmt und schliesslich, dass es gar nicht oder doch nur sehr wenig hygroscopisch ist[1]). Dadurch werden die Uebelstände, welche der Gebrauch von Harzkuchen-Electrophoren mit sich bringt, fast ganz vermieden.

Schliesslich sei mir gestattet, die Frage noch kurz zu erwähnen, welche vielfach ausgesprochen ist, ob nämlich das vulcanisirte Kautschuk den Schwefel chemisch oder nur mechanisch gebunden enthält. Payen[2]), welcher sich sehr um die Kautschuk-Fabrikation verdient machte, hat auch dieser Frage seine Aufmerksamkeit zugewandt. Er veröffentlichte 1852 eine Reihe von Versuchen, aus denen hervorzugehen scheint, dass das Kautschuk 1—2% Schwefel chemisch bindet, der übrige Schwefel aber nur, ebenso wie die anderen Mischungssubstanzen, mechanisch eingemengt ist und mit geeigneten Lösungsmitteln ausge-

---

1) Berzelius, Jahresber. 18. S. 258.

2) Compt. rend. März. 1852. Nr. 13. Dingl. Journ. 124. 133.

zogen werden kann. Man kann z. B. vulcanisirtem Kautschuk durch Digeriren mit Aetz-Alkalien, Schwefelkohlenstoff, Terpenthinoel, Benzin, ja schon mit wasserfreiem Aether den Schwefel bis auf 1—2% entziehen.

Bei sehr lange fortgesetztem Erhitzen wird das vulcanisirte Kautschuk brüchig, unelastisch und porös, höchst wahrscheinlich weil es dann mehr Schwefel chemisch bindet.